

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Transformator distribusi sebagai peralatan tenaga listrik berfungsi untuk menurunkan tegangan tinggi ke tegangan rendah, agar tegangan yang dipakai sesuai dengan rating peralatan listrik konsumen. Transformator merupakan peralatan listrik yang mahal, maka harus dijaga dan dipelihara agar memiliki umur penggunaan yang panjang. Dalam praktiknya, sering terjadi susut energi (losses) pada transformator yang menyebabkan energi listrik yang disalurkan tidak sepenuhnya sampai ke pelanggan. Susut energi ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah tingkat pembebanan transformator yang tidak sesuai dengan kapasitas rancangannya. Begitupun umur transformator dapat berkurang akibat pembebanan, pembebanan mengakibatkan peningkatan temperatur pada transformator. Panas yang timbul mengakibatkan terjadinya penguraian dari bahan-bahan transformator yang dapat mempercepat proses penuaan suatu transformator dan meningkatkan rugi tembaga, sehingga efisiensi turun dan energi banyak hilang sebagai panas[1].

Susut energi pada transformator akan meningkat sejalan dengan naiknya pembebanan. Ini dapat dilihat dari susut energi transformator di PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Kefamenanu yang meningkat dari tahun 2023-2024 sesuai dengan table 1.1.

Tabel 1.1. Susut Energi Transformator Gardu MF019, MF084, & MF149
Penyulang Sasi di PT PLN (Persero) ULP Kefamenanu

Gardu	Tahun 2023		Tahun 2024	
	Waktu Beban Puncak (WBP)	Luar Waktu Beban Puncak (LWBP)	Waktu Beban Puncak (WBP)	Luar Waktu Beban Puncak (LWBP)
MF019	2919,69	7959,05	3531,61	8257,25
MF084	2517,70	7289,12	2772,45	7597,03
MF149	2771,99	10546,50	5120,30	10402,23

Apabila transformator mengalami kegagalan atau kerusakan akibat susut energi dan susut umur, maka terjadi dampak buruk yang mengakibatkan

peningkatan biaya operasi dan penurunan keandalan dalam pendistribusian tenaga listrik, sehingga energi listrik tidak terjual dalam waktu yang lama. Pada PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Kefamenanu telah terjadi gangguan transformator sebanyak 11 kali dari tahun 2021 – 2025 sesuai dengan table 1.2.

Tabel 1.2. Data Gangguan Transformator di Wilayah Kerja ULP Kefamenanu

Data Gangguan Transformator Tahun 2021 s.d. Maret 2025				
Penyulang	Nama Gardu	Tahun Pasang	Waktu Gangguan	Lama Operasi
BGR	MF 068	1990	23/11/2021	31 Tahun
BIINMAFO	MF 006	2000	23/12/2021	21 Tahun
EBAN	MS 009	1999	08/03/2022	23 Tahun
OELOLOK	IN 021	1995	23/03/2022	27 Tahun
BIINMAFO	MF 086	2000	25/03/2022	22 Tahun
BIINMAFO	MF 129	2016	19/04/2022	6 Tahun
BIINMAFO	MF 156	2017	06/07/2022	5 Tahun
BGR	IN 035	2004	22/10/2022	18 Tahun
EBAN	EB 002	1991	11/02/2023	32 Tahun
OELOLOK	IN 012	2007	14/03/2023	16 Tahun
WINI PONU	BI 001	2011	05/01/2024	13 Tahun

Ini menunjukkan bahwa diperlukan tindakan preventif untuk mencegah terjadinya gangguan transformator, salah satunya adalah memprediksi sisa umur transformator distribusi berdasarkan pembebanannya sebelum transformator mengalami kerusakan.

Berdasarkan *International Electrotechnical Commission* (IEC), transformator memiliki umur normal 20 tahun atau setara 7300 hari apabila dibebani 100% dari kapasitas daya transformator pada temperatur sekitar (*ambient temperature*) 20 °C[2].

Merujuk pada Surat Edaran Direksi PT PLN (Persero) Nomor : 007.E/DIR/2009 tentang Metode Pemeliharaan Transformator Distribusi Berbasis Kaidah Manajemen Aset, menyatakan bahwa transformator mencapai kategori *health index* pembebanan yang kurang baik apabila kapasitas pembebanannya lebih dari 80% dari kapasitas transformator, sedangkan kategori buruk apabila kapasitas pembebanannya lebih dari 100% dari kapasitas transformator[3].

Dari data hasil pengukuran pembebanan gardu di Penyulang Sasi PLN ULP Kefamenanu, masih terdapat pembebanan yang lebih dari 80% yaitu pada gardu MF019, MF084, dan MF149 yang mana ketiga gardu tersebut berada di daerah perkotaan. Maka dari itu diperlukan analisis susut energi, susut umur dan sisa umur pemakaian transformator berdasarkan pembebanan di gardu distribusi MF019, MF084, dan MF149 Penyulang Sasi yang memiliki persentase pembebanan diatas 80% dari kapasitas transformatornya pada saat Waktu Beban Puncak (WBP) pukul 18.00-22.00 WITA dan Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) pukul 22.00 – 18.00 WITA.

Dari hasil analisis, dapat diprediksi kapan transformator tersebut akan berhenti berfungsi atau berhenti menjadi andal, sehingga dapat mencegah gangguan pada jaringan distribusi dengan mengganti atau *uprating* transformator sebelum transformator tersebut mengalami kerusakan.

Oleh karena itu, penulis tertarik untuk menyusun Skripsi dengan judul “Analisis Susut Energi Transformator Berdasarkan Pembebanan di Gardu Distribusi Penyulang Sasi PT PLN (Persero) ULP Kefamenanu”.

1.2. Rumusan Masalah

- A. Bagaimana kondisi pembebanan transformator di gardu distribusi MF019, MF084, dan MF149 pada penyulang Sasi?
- B. Bagaimana susut energi transformator berdasarkan pembebanan transformator di gardu distribusi MF019, MF084, dan MF149 pada penyulang Sasi?
- C. Bagaimana susut umur dan prediksi sisa umur pemakaian transformator di gardu distribusi MF019, MF084, dan MF149 pada penyulang Sasi?
- D. Bagaimana susut umur transformator MF019 apabila transformator dilakukan *uprating*?

1.3. Tujuan

- A. Untuk mengetahui kondisi pembebanan transformator gardu distribusi MF019, MF084, dan MF149 pada penyulang Sasi.

- B. Untuk mengetahui susut energi transformator berdasarkan pembebanan transformator di gardu distribusi MF019, MF084, dan MF149 pada penyulang Sasi.
- C. Untuk mengetahui susut umur dan sisa umur pemakaian transformator di gardu distribusi MF019, MF084, dan MF149 pada penyulang Sasi.
- D. Untuk mengetahui susut umur transformator MF019 yang memiliki pembebanan lebih dari 80% apabila dilakukan uprating.

1.4. Manfaat

- A. Melalui penulisan skripsi ini, penulis dapat menambah wawasan mengenai perhitungan susut energi, susut umur dan sisa umur pemakaian transformator berdasarkan pembebanan transformator di gardu distribusi MF019, MF084, dan MF149 pada penyulang Sasi.
- B. Manfaat yang didapat bagi masyarakat yaitu secara tidak langsung masyarakat merasakan keandalan penyaluran energi listrik yang tetap terjaga karena upaya pencegahan yang dilakukan sebelum transformator mengalami gangguan.
- C. Manfaat yang didapat oleh perusahaan yaitu dapat digunakan sebagai acuan dan bahan pertimbangan dalam mencegah gangguan transformator gardu distribusi agar transformator dapat bekerja secara optimal.

1.5. Ruang Lingkup

- A. Pengukuran beban transformator yang dilakukan yaitu pada Waktu Beban Puncak (WBP) pukul 18.00-22.00 WITA dan pada Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) pukul 22.00-18.00 WITA.
- B. Penulis hanya membahas susut energi, susut umur dan sisa umur pemakaian transformator di gardu distribusi MF019, MF084, dan MF149 pada penyulang Sasi.

1.6. Kebaharuan

Penelitian ini memiliki kebaruan dalam hal pendekatan analisis terhadap umur transformator distribusi berdasarkan beban aktual di lapangan. Pada

umumnya, evaluasi umur transformator hanya dilakukan berdasarkan umur teknis standar pabrikan atau pemeriksaan fisik berkala. Namun, dalam penelitian ini, dilakukan pendekatan kuantitatif berdasarkan data pembebanan secara aktual yang dianalisis dengan metode perhitungan temperatur *hotspot* dan susut umur transformator sesuai standar IEEE C57.91-2011.

Selain itu, lokasi penelitian yang difokuskan pada Gardu Distribusi Penyulang Sasi di wilayah PT PLN (Persero) ULP Kefamenanu juga memberikan kontribusi baru karena sebelumnya belum ada kajian spesifik yang mengkaitkan kondisi operasional aktual dengan penurunan umur transformator di daerah tersebut. Hal ini memberikan informasi penting bagi perencanaan pemeliharaan dan manajemen aset transformator secara lebih efisien dan berbasis data.